

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності **131 Прикладна механіка**
(код і назва)

на тему: Розробка тренажера з гідравлічною системою імітації навантажень _____

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Ященко Богдан Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____
(підпис)

Керівник Коваль Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Консультант з охорони праці асистент Ковтун А.І.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) _____
(підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н. доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) _____
(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (прізвище ініціали)

“ _____ ” _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту

Яценку Богдану Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1.Тема проекту: Розробка тренажера з гідравлічною
системою імітації навантажень**

керівник проекту Коваль О.Д., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 22 ” травня 2019 року № 1326-с

2.Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4.Зміст пояснювальної записки _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів,
презентацій тощо) _____

6. Консультанти розділів проекту

	Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1.	Охорона праці	асист. Ковтун А.І.		
2.	Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										
Разраб.										Лист	Лист	Листов		
Провер.												1	2	
Н. Контр.														
Утв.														

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуті сучасні тренажери для занять спортом, їх функціональні особливості, переваги та недоліки. Проаналізовано недоліки та потреби людини при тренуваннях у спортивному залі. Згідно цих даних був теоретично розроблений тренажер, з гідравлічною системою імітації навантажень.

Принцип роботи на даному тренажері досить схожий на роботу в “тренажері Сміта”.

Виконані проектування та створена принципова гідравлічна схема майбутнього тренажеру. Зроблений підбір обладнання та виконано всі необхідні розрахунки. Розроблена спеціальна слідкуюча система, що відстежує положення рук спортсмена на робочому снаряді.

Ключові слова: спортивний тренажер, гідравлічна система.

Структура та обсяг дипломного проекту: робота складається із вступу, 5 розділів основних частин, загального висновку та списку використаних джерел із 14 найменувань.

Загальний обсяг роботи становить 67 сторінки, містить 26 рисунків і 8 таблиць.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРЕНАЖЕРІВ ДЛЯ ЗАНЯТТЯ СПОРТОМ	6
1.1. Історія появи перших тренажерів	6
1.2. Класифікація сучасних тренажерів.....	7
1.2.1. Кардіотренажери	8
1.2.2. Силові тренажери	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТРЕНАЖЕРУ	25
2.1. Гідравліка, як наука	25
2.2. Ціль розробки та опис тренажеру	26
2.3. Принцип роботи системи.....	27
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ	31
3.1. Вхідні дані до проєкту.....	31
3.2. Визначення розмірів гідроциліндра.....	31
3.2.1. Визначення розмірів поршня і штока.....	31
3.2.2. Визначення діаметру підводящих отворів.....	33
3.3. Визначення витрат і тисків в гідродвигунах.....	34
3.3.1. Визначення витрат	34
3.3.2. Визначення тисків	36
3.4. Вибір робочої рідини, насоса та всіх гідроапаратів.....	38
3.4.1 Вибір насоса.....	38
3.4.2 Вибір гідроапаратури.....	39
3.4.3. Вибір робочої рідини	40
3.5. Гідравлічний розрахунок	40
3.5.1. Вибір розмірів трубопроводів.....	40
3.5.2 Знаходження дійсних швидкостей у трубопроводі	42
3.5.3. Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя	42
3.5.4. Визначення втрат у місцевих опорах	45
3.5.5. Визначення втрат у гідроапаратах.....	46
3.5.6. Розрахунок товщини стінки	47
3.6. Висновок згідно розрахунків:.....	48
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	49
4.1. Опис деталі	49

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.2. Обґрунтування вибору виготовлення заготовки та розроблення її креслення.	49
4.2.1. Вибір методу виготовлення заготовки.....	49
4.2.2. Характеристики фізико-механічних властивостей матеріалу деталі	50
4.3. Розробка технологічного процесу.....	50
4.4. Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі "Гільза гідроциліндра"	51
4.5. Розрахунок ціни виготовлення деталі.	55
Висновок згідно виготовлення деталі:.....	55
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
5.1. Основні чинники при роботі на тренажері	57
5.2. Пожежна безпека	57
5.3. Електробезпека	59
5.4. Розрахунок освітлення приміщення де буде знаходиться тренажер	60
5.5. Захист від шуму	63
5.6. Мікроклімат.....	64
Висновки згідно охорони праці:.....	65
ВИСНОВОК.....	66
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	67

ВСТУП

Спорт є складовою життя кожної людини. У процесі життєдіяльності ми постійно робимо якісь дії, пов'язані з підйманням ваги, переносом і тд. Дехто робить це навмисно, для покращення фізичного стану та здоров'я. На сьогоднішній день для занять спортом існує багато облаштованих місць, чи то спортивні майданчики, чи спеціальні зали для тренувань. Багато хто займається спортом професійно, але є і ті, хто просто прагне трохи покращити свій фізичний стан, в основному це або збільшити м'язи, або схуднути. Сучасні зали для тренувань облаштовані багатьма тренажерами, які максимально точно імітують навантаження при занятті спортом із вільними вагами, такими як штанга або гантелі. Робота на таких тренажерах дає змогу проробити м'язи всього тіла з певною метою, з мінімальною ймовірністю отримання травми. Ці тренажери є найбільш популярними серед новачків, які ще не знають правильної техніки виконання вправ, але прагнуть почати. Серед професійних спортсменів тренажери можуть бути використані як другорядне обладнання для ізольованої роботи на певні групи м'язів.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРЕНАЖЕРІВ ДЛЯ ЗАНЯТТЯ СПОРТОМ

1.1. Історія появи перших тренажерів

У 1864 році Густаф Зандер Розробив перші тренажери, які пізніше були встановлені у інституті Стокгольма (див.рис.1.1) [1].

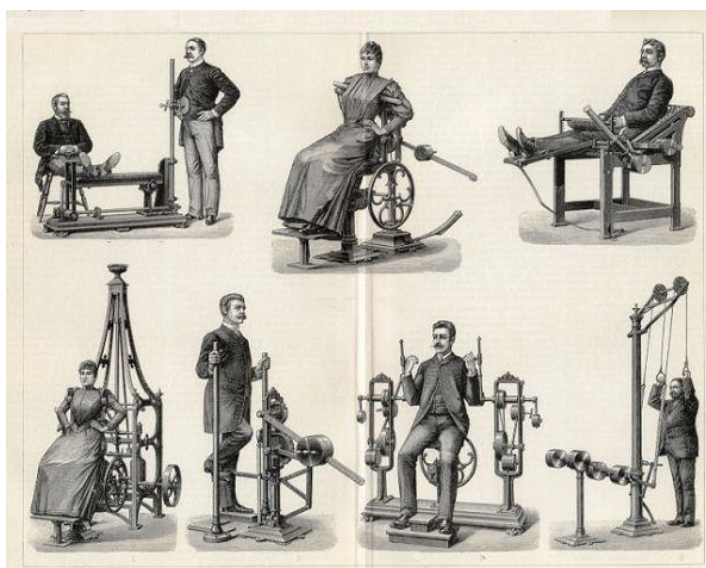


Рис.1.1 Вікторіанські тренажери Зандера

Потім естафету продовжив Ханріх Клінгerta, який в 19 столітті створив пристрій, який являв собою майбутній велотренажер. Потім в 1952 з'явився прототип бігової доріжки, а згодом з'явилися перші степпери, еліптичні тренажери, та інші. У цих тренажерів каркас був із дерева, а в якості допоміжного навантаження - власна вага. Тренажери мали обмежену функціональність. [1]

Можна зробити висновок, що ідеї про створення тренажерів, закладені багато років тому, які відобразилися на сучасних тренажерах. Сучасні тренажери змінилися до невпізнання, як за зовнішнім виглядом, так і за функціональним призначенням [1].

1.2. Класифікація сучасних тренажерів

На сьогоднішній день існує досить широкий вибір тренажерів різних типів. Завдання всіх видів тренажерів одне - вони імітують навантаження, що виникають у спортсмена при тренуванні. Заняття на тренажерах - це можливість підтримувати та покращувати спортивну форму і здоров'я в будь-який зручний час [2].

До категорії професійних силових тренажерів відносяться ті, які розвивають силу окремих груп м'язів. При постійних тренуваннях із застосуванням цього обладнання ви не тільки зможете сформувати тіло, а й позбутися від певних болів, та позбавитесь стресової напруги. Силові тренажери діляться на три групи: тренажери фітнес-класу, домашні і професійні. Професійні тренажери призначені для багатьох спортивних залів і досить функціональні. Тренажери фітнес-класу можна зустріти в спортзалах готелів, офісних центрах, навіть можна встановити в квартирі. Завдяки силовому тренажеру фітнес-класу можна прокачати абсолютно всі групи м'язів. Він має більш міцний каркас, більше число робочих положень та має амортизацію і шумозаглушення. На даних тренажерах практично немає м'яких упор, а також немає гідравлічних і гумових компонентів, замість них вантажні плити. [2]

Тренажери можна класифікувати наступним чином[2]:

1. за призначенням (для фізичної підготовки, для відновлення працездатності після травми, і т.д.);
2. за принципом дій (електромеханічні, і т.д.);
3. за структурою (електричні, зі зворотним зв'язком, механічні з терміновою інформацією і т.д.);
4. за формою навчання (групового та індивідуального використання);

Ще тренажери умовно можна розділити на два підвиди: тренажери, які підвищують витривалість (кардіотренажери), і ті, що розвивають силу (силові тренажери). Кардіотренажери, в основному, призначені для розминки перед силовим тренуванням, але їх ще використовуються для тривалих тренувань для

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

спалювання жиру або зміцнення серцево-судинної системи. Силкові тренажери призначені для збільшення максимальної сили, збільшення м'язової маси або покращення рельєфу м'язів. [2]

1.2.1. Кардіотренажери

Основними кардіотренажерами є:

- велотренажери (див.рис 1.2.);
- бігові доріжки (див.рис 1.3.);
- орбітреки (див.рис 1.4.);
- степпери (див.рис 1.5.);
- гребні тренажери (див.рис 1.6).

Багато хто полюбляє катання на велосипеді, але не завжди для цього створені сприятливі умови, саме для цього був створен цей тренажер (див.рис 1.2), який імітує кручення педалей, сидячи, як на велосипеді. Тренування на даному тренажері мають лікувальний характер для суглобів, спалювання жиру, та ін.. Досить популярні велотренажери в оздоровчій та реабілітаційної медицини. Останнім часом з'явилося безліч нових видів тренажерів, такі як вертикальні велосипеди і домашні велосипеди для їзди на спеціальних домашніх велодоріжках в приміщеннях, навіть велотренажери для занять в лежачому положенні [3].

Велотренажери можна класифікувати наступним чином [3]:

1. З колодковим захопленням диска, в яких нерівномірність навантаження майже відсутня.
2. Магнітні тренажери, де навантаження створюється за рахунок постійних магнітів. Нерівномірності навантаження майже відсутні.
3. Електромагнітні велотренажери. Величина навантаження залежить від величини струму, що проходить по обмотці електромагнітів, але такі тренажери потребують підключення до електромережі.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

4. Міні-велотренажери, в яких є тільки механізм навантаження і педалі, без керма і сидла. Дуже компактні, на них можливо виконувати рух силою рук для різних вправ. Досить недорогі.

5. Велотренажер з спеціальною пасовою системою опору. В ньому навантаження регулюється за рахунок натягу ремня, що дає деяку нерівномірність навантаження, і це може нашкодити суглобам при виконанні вправи.

6. Вело-еліпсоїд – тренажер, який дає змогу крутити педалі в оберненому напрямку.

В основному їх поділяють на 2 типи: механічні (див.рис 1.2.а) та електричні (див.рис 1.2.б).



- Рис. 1.2 Велотренажер: а – механічний, б – електричний

Бігова доріжка (див.рис 1.3.) - спортивний тренажер для занять бігом та ходьби в приміщенні, він імітує бігову трасу. Існують доріжки, які можуть розвивати швидкість приблизно до 45 км / ч, та спеціальні велосипедні доріжки [4].

Перша бігова доріжка нагадувала за функціями сучасні, вона була створена Р. Брюсом та В. Квінтоні в Вашингтоні в медичних цілях. На сьогоднішній день доріжки використовуються в спортивних клубах, багатьох реабілітаційних центрах, в фізіотерапевтичних клініках, та навіть їх можна побачити у деяких магазинах взуття, різних тренажерних залах та вдома [4].

Переваги [4]:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1. незалежність від погодних умов, таких як дощ, вітер, сніг, мороз або спека;
2. тренажер можна поставити у себе вдома;
3. наявність спеціальних амортизаторів у складі бігових доріжок дозволяє вберегти організм від зайвих навантажень;
4. наявність у складі тренажеру великої кількості програм для тренувань, що допомагає повністю контролювати тренувальний процес;
5. для професіональних спортсменів тренування на біговій доріжці вдається легше, ніж на відкритій місцевості, через уникнення випадкових перепадів поверхні;

Недоліки:

1. є ймовірність отримання травми від падіння.



Рис. 1.3 Бігова доріжка: а – бігова доріжка без вбудованого ком'ютера, б – стандартна бігова доріжка із вмонтованим ком'ютером, в – посилена доріжка із додатковими функціями

Орбітрек, інша назва еліптичний тренажер (див.рис 1.4.) - спортивний тренажер, при занятті на якому, траєкторія руху нагадує ходьбу на лижах. Він дає навантаження на всі групи м'язів, такі як ноги, руки і спину, та в цілому покращує роботу серцево-судинної системи. При цьому відсутнє ударне навантаження на суглоби, що дуже важливо для людей із проблемними цього характеру або з проблемами хребта. [5].

До основних характеристик можна віднести: відстань між педалями, довжина кроку, заднє або переднє розташування маховика, його вага, різна система навантаження (електромагнітна, механічна або магнітна). Довжина кроку підбирається в залежності від параметрів спортсмена та програми. Занадто велика амплітуда роботи надмірно навантажує колінні суглоби. Тому дуже важливо вірно налаштувати тренажер. Чим більше маса маховика, тим більш плавний хід педалей. В середньому маса маховика досягає приблизно 10-15 кілограмів. Переднє положення маховика, в більш дорогих моделях, дозволяє скоротити відстань між педалями і змінити траєкторію руху під час виконання вправи [5].

Механічна система навантаження практично не застосовується у сучасних залах, вона досить галаслива і призводить до швидкого зносу тренажера.

Магнітна система працює за рахунок роботи постійних магнітів. Електромагнітна, в свою чергу, працює за рахунок електромагнітів і дозволяє максимально точно регулювати навантаження [5].



Рис.1.4 Орбітрек: а – з електропосиленням, б – багатофункціональний, в – із вбудованим ком'ютером

Степпер (див. рис.1.5), заняття на даному тренажері спрямовані на покращення м'язів ніг і сідниць, спини і преса, досить часто використовується як тренажер для схуднення серед жінок. Це один з видів кардіо, завдяки чому тренування сприяють позбавленню від зайвої ваги, та зміцненню серцево-

судинної і дихальної систем. Він теж позбавляє навантаження на суглоби, але тільки при правильній техніці [6].

Існує багато видів степпера, в тренажерних залах зазвичай знаходяться найбільш габаритні та дорогі, з електромагнітною системою управління [6].

Види степперов [6]:

1. міні-степпер (див. рис.1.5.а);
2. стандартний степпер (див. рис.1.5.б);
3. сходовий степпер (див. рис.1.5.в.).

Залежно від розмірів та нюансів будови відповідно конкретної конструкції бувають такі: степпери і міні-степпери. Степпер тренажер сам по собі достатньо габаритний, він має поручні, що допомагають утримувати рівновагу, при потребі, та спеціальними важелі, які дають додаткове навантаження при виконванні вправи. Міні-степпер являє собою платформу, що складається із 2 педалей. Зазвичай такий вид тренажеру можна побачити у людей вдома, через невеликі розміри та ефективність роботи [6].

За типом виконання рухів можна виділити наступні степпери:, поворотний, балансуючий та класичний. Класична модель імітує ходьбу по сходах, балансуючий варіант руху відповідає за координацію, що допомагає включити у роботу м'язи стабілізатори, та частково навантажити прямий м'яз живота. Рухи на ньому відбуваються завдяки зсуву центру тяжіння людиною з одного боку в інший бік [6].

Також степпер може бути механічний або електромагнітний. Перший варіант приводиться у рух за рахунок гідравлічних циліндрів. При занятті надається зусилля на педаль, і циліндр стискається, а при перенесенні ваги на іншу педаль - виштовхується. Такі моделі зовсім не створюють зайвого шуму під час занять [6].

Тренажер може мати незалежний або взаємозалежний хід педалей. У степпері із залежним ходом педаль між собою пов'язані, завдяки цьому навантаження рівномірне. У незалежному можна відредагувати опір кожної педаль окремо, що буде давати змогу проводити тренування більш ефективно [6].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



- Рис.1.5 Степпер: а – компактний(міні), б – стандартний, в – сходовий

Гребний тренажер (див. рис.1.6) – тренажер, який імітує греблю веслами у спеціальній лодці, це безпечний та ефективний вид фізичної активності, що змушує працювати всі м'язи тіла одночасно і дозволяє підтримувати фізичну форму. Гребний рух - повністю безпечний вид спорту, тому його практикують люди будь-якого віку, та будь-якого рівня фізичної підготовки. Сама по собі вправа навряд чи може привести до проблем із здоров'ям, але біомеханіка тренажеру може погіршити вже існуючі проблеми із спиною. Якщо вже є такі проблеми, то спочатку треба практикуватися на гребному, для переконання, що даний вид навантаження підходить вам [7].

До переваг можна віднести такі:

1. на даному тренажері використовується понад 80-90% м'язів всього організму, що поступається тільки лижним гонкам за кількістю задіяних м'язів;
2. Всі суглоби приведені в роботу за допомогою великого діапазону рухів, при цьому вони не перевантажуються, що робить греблю однією з кращих видів фізичного навантаження для всіх людей.

Існують 2 основні види: електричні (див. рис.1.6.а) та гідравлічні (див. рис.1.6.б).



Рис.1.6 Гребний тренажер: а – електричний, б – гідравлічний

1.2.2. Силові тренажери

Кожен тренажер має своє особливе призначення. Основний поділ відбувається за групами м'язів, які вони призначені розвивати. На відміну від кардіотренажерів основною задачею силових спрямована на збільшення м'язів та сили спортсмена. Найкращими вправами завжди були, є і буде робота з вільними вагами, але це вимагає спеціальних навичок, для зменшення ймовірності отримання травми. Тому, якщо ви прийшли на тренування перший раз, то краще почати саме з цих тренажерів. Серед професійних спортсменів вони використовуються як додаткові навантаження, після основних вправ. Силові тренажери створені для направлення навантаження на конкретні м'язи, без застосування м'язів стабілізаторів, тому що при виконанні вправи з вільними вагами в роботу включаються майже всі м'язи поблизу конкретного. Робота в таких тренажерах задає потрібну амплітуду, що дозволяє зрозуміти правильну техніку виконання вправи та відчувати як працюють м'язи.

Силові тренажери бувають наступних видів [8]:

1. тренажери для грудних м'язів (див. рис.1.7);
2. тренажери для м'язів спини (див. рис.1.8);
3. тренажери для м'язів ніг (див. рис.1.9);
4. тренажери для м'язів рук (див. рис.1.10);
5. багатофункціональні (див. рис.1.11).

Жим під кутом вгору (див. рис.1.7. а, б) – вправа, в якій акцентовано тренується верхня частина грудних м'язів. Тренажер можна використовувати як заміну звичайного жиму штанги та гантелей у положенні лежачи на спеціальній лавці під кутом вгору, або як додаткову вправу до основних тренувань. Робота на подібних тренажерах зазвичай не вимагає допомоги при виконанні вправи [8].

Горизонтальний жим (див. рис.1.7.в). Акцент при виконанні вправи робиться на роботу всього обсягу грудних м'язів. Цей тренажер також можна використовувати як заміну звичайних жимів штанги та гантелів, або як додаткову вправу [8].

Батерфляй (див. рис.1.7.г) – це тренажер, у якому акцентовано тренуються грудні у центральній області. Відмінності у конструкції полягають в тому, що тренажер має спеціальну рукоять, завдяки чому робота руками виконується зігнутими в ліктях [8].

Пуловер (див. рис.1.7.д) – дуже ефективний тренажер, в якому задіяні м'язи такі, як грудні і зубчасті, додатково навантажуються широкі м'язи спини та прес. Робота в тренажері допомагає виконувати вправу новачкам для освоєння техніки [8].



Рис.1.7 Тренажери для грудних м'язів : а – блочний жим під кутом, б – жим під кутом за допомогою блинів, в – блочний горизонтальний жим, г – Баттерфляй, д – Пуловер

Вертикальна тяга в тренажері (див. рис.1.8.а,в) – вправа, в якій акцентовано працюють м'язи, спини. Чим хват ширше, тим більше навантажується широкі м'язи, відповідно, чим вужче, тим більше навантажується середня частина спини. Хват може бути різним: вузьким широким, середнім, прямим, або зворотнім, або паралельним. Тяга в тренажері виконується до грудей чи за голову. Тренажер, на якому виконується горизонтальна тяга має ті ж самі функції [8].

Горизонтальна тяга (див.рис.1.8.б) – тренажер, де навантаження спрямоване на нижню частину широких м'язів, що сприяє збільшення їх у товщину. Застосування різних рукояток дозволяє змінювати акцент навантаження при різних видах хвату [8].

Гравітрон (див. рис.1.8.г) - спортивний тренажер, який призначений для тренувань, акцентовано спрямованих на розвиток м'язів грудей, спинного відділу та рук. Суть тренажеру полягає в допомозі при виконанні спортсменом таких вправ як підтягування, віджимання на брусах, та деяких інших вправ. Являє собою конструкцію, яка складається з наступних елементів [9]:

1. напрямні з блоком вантажів;
2. перекладина для хвата;
3. поручні для віджимання;
4. рухома платформа;
5. два ступені для підйому.

Рухома платформа знаходиться на 16 підшипниках кочення, завдяки чому робота тренажера гравітрон безшумна та плавна. Він служить для компенсації робочої ваги спортсмена, надаючи йому допомогу при виконанні вправи. На тренажері гравітрон рекомендується займатися не тільки новачкам, які не мають достатньої сили для повноцінних підтягувань і віджимань, але і спортсменам. Ціна даного обладнання достатньо велика, але вона повністю оправдовує його функціонал [9].

Тяга Т-грифа під кутом лежачи (див. рис.1.8.д), чи стоячи в нахилі (див. рис.1.8.е). Навантаження отримують задні дельти, спина і біцепси. Тренажер дозволяє ізолювати конкретні м'язи. Якщо вправу виконувати лежачі, то розгиначі спини не працюють, підставки під ноги та упор для грудей фіксують тіло в одному положенні, що не змінюють положення в процесі тренування, завдяки цьому можна досить якісно опрацювати всю спину цілком. При виконанні тяги в нахилі м'язи розгиначі цілком навантажуються. При виконанні вправи у положенні стоячи під кутом працюють ті ж м'язи, що і лежачі, але через відсутність фіксації корпусу підключається багато м'язів стабілізаторів [9].



Рис.1.8 Тренажери для м'язів спини: а – тяга верхнього блоку, б – тяга горизонтального блоку, в - верхня тяга в тренажері, г – Гравітрон, д – тяга в тренажері лежачі, е – тяга в нахилі

Жим ногами (див. рис1.9.а) – тренажер, який дозволяє тренувати м'язи ніг, без задіяння у роботу спини, що дуже корисно для людей із отриманими травмами цієї області, або можна використовувати як додаткове навантаження після основних вправ. Має вбудовану спеціальну лаву та плиту, що регулюються, на яку спортсмен тисне ногами під час виконання вправи, направляючі опори, що задають потрібну амплітуду руху. Залежно від певної постановки ніг навантаження направляється на конкретні частини м'язів стегна.

Гакк-машина (див. рис.1.9.б), принцип якої майже такий самий, що і при жимі ногами, акцент робиться на передню частину стегна. Тренажер можна використовувати як заміну звичайних присідань із штангою, або додаткову вправу. Не передбачає присутності людини, що може допомогти, за рахунок

наявності спеціальних стопорних важелів по обидві сторони тренажеру. Кут роботи у Гакк-машині дозволяє виконувати вправу без зайвого навантаження на м'язи спини [8].

Тренажер для розгинання стегна (див. рис.1.9.в) - тренажер, де навантажуються м'язи, розташовані вище коліна. Тренажер досить часто використовується у спортивній медицині, в реабілітаційних цілях, для покращення опорно-рухового апарату в цілому[8].

Згинач стегна (див. рис.1.9.г) – вправа, у якій навантаження отримують м'язи задньої поверхні стегна. Тренажер, як і для розгинання, часто застосовується у спортивній медицині, в реабілітаційних цілях, для покращення опорно-рухового апарату в цілому [8].

Тренажер для зведення ніг (див. рис.1.9.д) – тренажер, де акцент у вправі направлений на внутрішню частину стегна. Досить популярний серед жінок. Конструкція досить проста: 2 пластини, із допоміжними подушками, які рухаються по направляючим круговою траєкторією у горизонтальній площині, регульоване сидіння та допоміжне обладнання для навантаження [8].

Тренажер для розведення ніг (див. рис.1.9.е). Принцип і конструкція та ж що і у тренажеру для зведення ніг. Відмінності полягають у тому, що навантажуються протилежна частина стегна, та обернена траєкторія руху [8].

Жим ногою назад (див. рис.1.9.є) – тренажер, який застосовується у цілях корекції фігури, та для формування гарної форми задньої частини ніг і сідниць, дуже популярний серед жінок. Застосовується у спортивній медицині, в реабілітаційних цілях, для покращення опорно-рухового апарату в цілому [8].

Тренажер для підйому на носки - тренажер для тренування нижньої частини ніг. На рис.1.9, у якості прикладу, наведені два варіанти: з упором на плечі стоячи (див. рис.1.9.ж) та сидячи з упором в коліна (див. рис.1.9.з).



Рис.1.9 Тренажери для м'язів ніг: а – тренажер для жиму ногами, б – тренажер для Гакк присідань, в – тренажер для розгинання м'язів стегна, г - тренажер для згинання м'язів стегна, д - тренажер для зведення ніг, е - тренажер для розведення ніг, є – тренажер для жиму ноги назад, ж – тренажер для підйому на носки стоячи, з - тренажер для підйому на носки сидячи

Тренажер для тренування біцепсу (див.рис.1.10.а) – тренажер призначений для тренування переднього м'язу рук, які тренуються завдяки спеціальній конструкції ізолювано. Сидяча конструкція повністю розвантажує хребет, кут нахилу підбирається під кожного спортсмена індивідуально, руки упираються у спеціальні упори на лаві, висота якої регулюється [8].

Тренажер для тренування трицепса (див. рис.1.10.б) - тренажер призначений для тренування задніх м'язів рук, завдяки спеціальній конструкції, що забезпечує їх ізоляцію. Сидяча конструкція теж повністю розвантажує

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

хребет, кут нахилу підбирається під кожного спортсмена індивідуально, а руки упираються у спеціальні регульовані упори, як і в тренажері для тренувань біцепсу [8].

Тренажер для віджимання на трицепс (див. рис.1.10.в) – тренажер, що імітує віджимання на брусах. Конструкція робочого навантаження досить проста, вона складається з блоків, що дозволяють виконувати вправу спортсменам з нульовим рівнем підготовки, тобто ті, які не мають сили для підняття власної ваги на брусах [8].

Тренажер для французького жиму (див. рис.1.10.г) – тренажер, що дозволяє в значній мірі ізолювати трицепс. Сидяча конструкція розвантажує хребет, кут нахилу в тренажері підбирається під кожного спортсмена індивідуально, руки упираються у спеціальні упори на лаві, висота якої регулюється [8].

Роликовий тренажер (див. рис.1.10.д) – тренажер, у якому задіяні м'язи передпліччя. Має систему навантаження, що складається із блоків, які прикріплені до троса, що сполучений із ручкою, яка обертається та передає навантаження спортсмену [8].

Тренажер для жиму вгору (див. рис.1.10.е) – тренажер, ефективний для формування спортивного верхнього плечового поясу. Сидяча конструкція цілком розвантажує хребет, а кут нахилу підбирається під кожного спортсмена індивідуально. На даному тренажері імітується жим штанги вгору, але без задіяння зайвих м'язів тулуба для фіксації та зайвого навантаження на хребет [8].

Тренажер для підйому рук у сторони (див. рис.1.10.э) – тренажер, де навантаження у вправі робиться на середні пучки дельт. Сидяча конструкція дозволяє максимально ізолювати дельтовидні м'язи і розвантажити хребет. Тренажер використовується як альтернатива до розведення гантелей стоячи або сидячи [8].

Тренажер для розведення рук у сторони (див. рис.1.10.ж) – тренажер, у якому траєкторія руху рукоятей передбачає розведення рук у сторони.

						Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Володіючи цією конструкцією можна можна виконувати вправи на груди, що робиться за рахунок зміни положення спеціальних допоміжних важелів [8].

Блочний тренажер для трицепсу (див. рис.1.10.з) – тренажер, де навантаження діє на попередній пучок дельт та трицепси. Основний акцент направлений на фіксацію тулуба в одному положенні, що не дає змогу нахилити корпус під час виконання і дозволяє навантажити саме триголовий м'яз плеча. Даний тренажер можна зустріти досить рідко, тому що зазвичай він замінюється функціоналом Кроссовера [8].



Рис.1.10 Тренажери для м'язів рук: а – тренажер для підйому на біцепс, б – тренажер для розгинання руки на трицепс, в – тренажер для віджимання на трицепс сидячи, г – тренажер для французького жиму, д – роликовий тренажер, е - тренажер для жиму вверх, є – тренажер для підйому рук у сторони, ж – тренажер для розведення рук у сторони, з – блочний тренажер для трицепсу

Кроссовер (див.рис.1.11.а) – багатофункціональний тренажер, що призначений для занять спортом. Особливістю конструкції є те, що він має 2 блочних системи, які поєднані між собою, що дозволяє виконувати симетрично вправи на певні групи м'язів, або працювати 2 і більше спортсменам одночасно, залежно від конструкції. В комплекті є змінне обладнання, що розширює ще більше функціональність даного тренажеру.

Блочна рама (див.рис.1.11.б) за функціоналом поступається тренажеру Кроссовер, але має свої певні плюси, такі як менший розмір та можливість регулювання переміщення руху робочого снаряду у різних площинах [8].

Тренажер Сміта (див.рис.1.11.в) – тренажер, що застосовується у програмі силових тренувань, має широке застосування серед багатьох людей, які просто займаються спортом. Це один з найбільш ефективних тренажерів для роботи великої кількості м'язів одночасно. Вправи з вільними вагами є основою базою силових досягнень, саме по такому принципу даний тренажер допомагає тренуватись. Він має направляючі, по яким рухається закріплена штанга, що дозволяє корегувати невірну техніку виконання вправи, велику кількість фіксаторів положення, що дозволяє залишити штангу, після виконання, на будь-якій висоті, або зайняти любе стартове положення [10].

Ідея винаходу належить Джеку ЛаЛенні в середині 50-х років минулого століття. Руді Сміт - власник залу, в якому тренажер з'явився вперше. Сам Сміт зробив дуже багато для створення тренажера, тому назва «машина Сміта» цілком виправдана. Згодом, в кінці 50-х років, тренажер Сміта почали продавати в США. Зараз він знаходиться майже у кожному тренажерному залі [10].

Безпека при тренуванні на тренажері Сміта дає змогу використовувати його без допомоги помічника, але не у всіх вправах. За це відповідає система обмежувачів, відповідно зменшений ризик, що снаряд може зіскочити і травмувати спортсмена. Завдяки цьому можна досить вільно виконувати вправи у положенні сидячи, лежачи або стоячи. Основним плюсом є можливість тренування великих м'язів без допомоги малих в роботі, так звана робота на цільові м'язи, що дозволяє уникати багатьох травм [10].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

В тренажері можна робити такі вправи, які можна виконувати тільки у «Сміті» і більше ніде. Наприклад присідання з грифом на спині, при якому постановка ніг знаходяться попереду за лінією грифа. Ця вправа акцентовано навантажує багато м'язів і може бути використана як альтернатива гакк-присіданням (див. рис.1.9.б), через те, що Гакк-машина є не у кожному залі, а Сміт, звичайно, є в наявності у кожному [10].

До недоліків тренажеру можна віднести тільки те, що рух грифу відбувається тільки по одній траєкторії в одній площині, що частково обмежує функціональність.

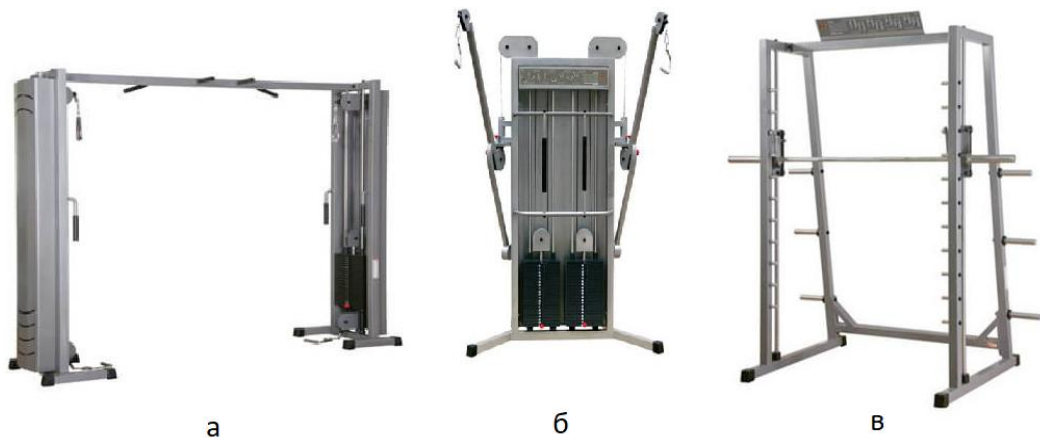


Рис.1.11 Багатофункціональні тренажери: а – Кроссовер, б – блочна рама, в – тренажер Сміта

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТРЕНАЖЕРУ

2.1. Гідравліка, як наука

Гідравліка - це наука, яка вивчає закони руху рідини та застосування цих законів для вирішення багатьох питань в інженерній сфері.

Основною задачею гідравліки є вивчення явищ течії рідин та застосування цих даних. Дана наука досить поширена на сьогоднішній день. Включає у себе комплекс технічних питань з прикладної гідравліки в'язких рідин об'ємних гідроприводів, та потрібні відомості з питань їх проектування, виготовлення і експлуатації [11].

Гідропривід - сукупність певних пристроїв, які призначені для приведення в рух механізмів та машин за допомогою гідравлічної енергії, представляє собою зв'язок між приводним двигуном і навантаженням, виконує функцію механічної передачі (наприклад: кривошипно-шатунний механізм, пасова передача або редуктор) [12].

Застосування у багатьох сферах життєдіяльності та виробництва обумовлене такими перевагами як: порівняно невеликий об'єм та вага, безступінчатє регулювання швидкостей і високий ккд, стійкість режимів роботи і надійність, універсальність застосування. При використанні гідроприводу вирішується багато технічних питань, що покращує автоматизацію виробництва в цілому, підвищується якість виробництва, при зменшенні габаритних розмірів [12].

Гідравлічні приводи досить важливі у технічному прогресі стаціонарних машин. В деяких виробничих верстатах завдяки гідравліки вирішується питання із процесом автоматичного виробництва. Наприклад в одному механізмі можна побачити застосування сотні, а навіть і більше одиниць різних гідравлічних агрегатів, у таких як літаки, промислові машини із сфер металургійної промисловості, різні верстати на виробництві, або дорожні машини. При правильному використанні інженерних теоретичних знань і правильному їх застосуванні у практичних навичках можна використовувати

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

гідравлічну енергію для рішення будь-яких питань у сфері виробництва та повсякденному житті [12].

2.2. Ціль розробки та опис тренажеру

У процесі еволюційного розвитку люди завжди прагнуть зробити своє життя більш комфортнішим. Це стосується всіх сфер життєдіяльності. Автоматизація процесів виробництва, комп'ютерні технології і тд. Не оминув розвиток і сферу тренувань, якщо порівняти перші тренажери із сучасними, то можна побачити значні зміни у всьому, але при тій же сутті, яка полягає в покращенні фізичної форми та стану здоров'я.

Дійсно, сучасні тренажери мають велику функціональність, але є певні нюанси, які можуть підлягати деякому покращенню. Наприклад такі як допомога людині, яка мусить страхувати, велика купа додаткового обладнання, для збільшення загальної ваги робочого снаряду, або невірна техніка виконання вправи, яка навіть разом із тренером не завжди правильна. Тому для цього були вигадані спеціальні тренажери, що частково або повністю вирішують дані питання.

Наприклад такий тренажер, як тренажер Сміта (див. рис.11.в), має 2 направляючі опори, що задає потрібну траєкторію руху, тільки вертикальну, що майже повністю виключає ймовірність невірного виконання під час багатьох вправ. Присутня велика кількість допоміжних фіксаторів, що дають змогу зайняти будь-яке стартове положення, або залишити робочий снаряд на будь-якій висоті, якщо спортсмен не може більше протидіяти навантаження від снаряду. Але така фіксація повністю не виключає ймовірність отримання травми, а додаткове обладнання може займати дуже багато місця.

Тому я пропоную наступний варіант. На базі даного тренажеру зробити деякі вагомні покращення. Замінити металеві диски, для збільшення загальної ваги снаряду, гідравлічним зусиллям, що одночасно дає плавність роботи та можливість регулювання з малим шагом, тобто не потрібно по сто разів знімати або вішати диски, за це відповідає зміна настройки спеціального клапана.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Слідкуюча система повністю виключає ймовірність отримання травми. Коли спортсмен не може продовжувати виконання вправи, і штанга займає нижнє критичне положення, то система це відстежує та перемикає напрям руху штанги догори у верхнє крайнє положення, щоб людина могла без проблем залишити місце тренування без допомоги. На грифі буде встановлена система відстеження наявності рук на снаряді, тобто коли руки торкаються штанги, то циліндри видають потрібне навантаження, а коли руки прибираються, то снаряд зупиняється на тому місці, де його залишили.

2.3. Принцип роботи системи

Рис. 2.1. При включенні в роботу насосної станції НС рідина подається у розподільник Р2 через зворотній клапан ЗК3. Залежно від положення золотника (крайнє ліве або праве положення) у розподільнику Р1 потрапляє відразу у штокову порожнину гідроциліндрів ГЦ1 та ГЦ2, або у розподільник Р1, а з нього у дільник потоку ДП, який ділить потік рідини однаково, направляючи у поршневі порожнини гідроциліндрів ГЦ1 та ГЦ2. Якщо циліндри працюють на виштовхування, то рідина із штокової порожнини зливається у бак напряду через розподільник Р2. Якщо циліндри втягуються, то робоча рідина потрапляє через зворотні клапани ЗК1 та ЗК2 у розподільник Р1, звідти у розподільник Р2, а потім вже в бак.

Робота даної системи полягає в наступному, кінці гідроциліндрів з'єднані із робочим снарядом, який дає навантаження, що є противагою виштовхуванню ГЦ1 та ГЦ2. Для цього у лініях між дільником потоку ДП та циліндрами ГЦ1 і ГЦ2 установлені переливні клапани КП1 та КП2. Клапани можна налагодити на будь-який тиск, при досягненні якого вони будуть пропускати частину рідини у бак.

Система створює тиск, який передається на штангу, імітуючи навантаження, яке зазвичай являють собою металеві диски. Спортсмен долає це навантаження, вижимаючи штангу догори, при чому гідроциліндри працюють на виштовхування, рідина зливається через переливні клапани у бак. Коли

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

спортсмен зменшує протидію, то навантаження циліндрів стає більшим, ніж протидія спортсмена і штанга плавно опускається униз, під час чого зайва рідина, яка утворюється завдяки зміні тиску у порожнинах ГЦ зливається у бак через ПК.

Сфера застосування даної системи може мати досить широке застосування. У даній роботі вона застосована для модернізації тренажеру, для заняття спортом

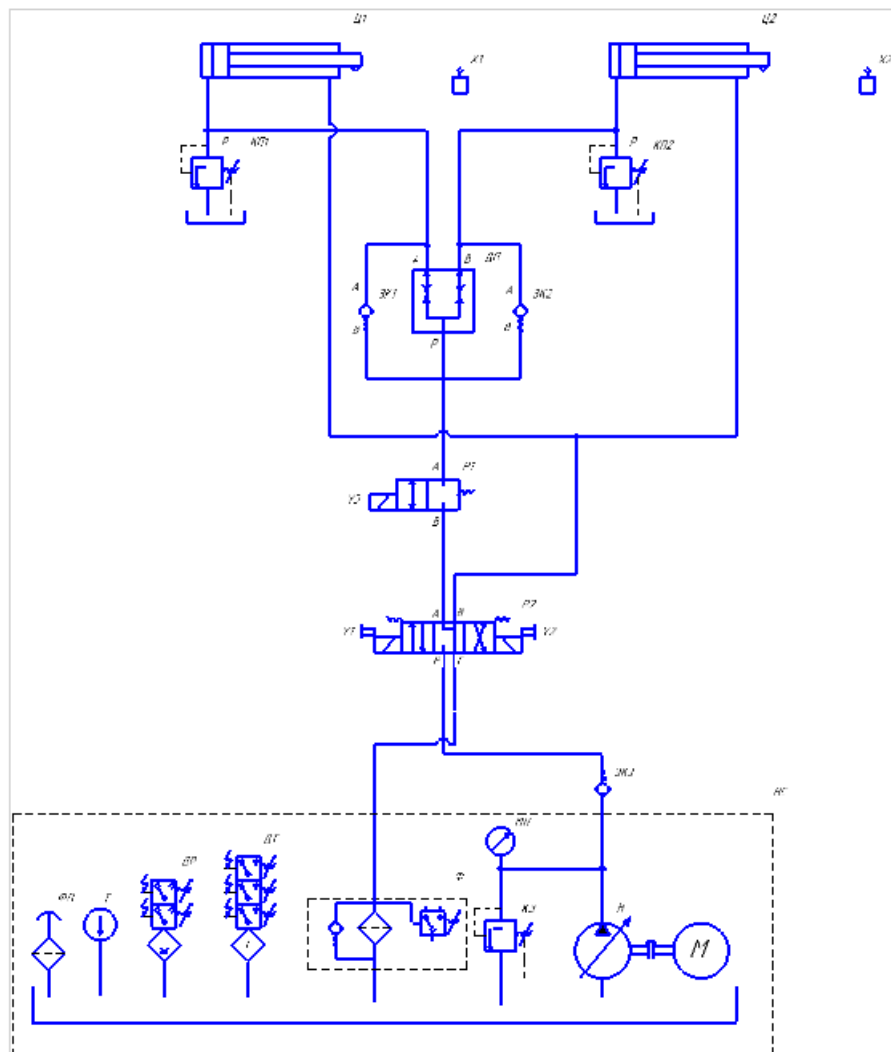


Рис. 2.1 Принцип роботи розробленого тренажеру

При включенні в роботу насосної станції НС рідина подається у розподільник Р2 через зворотній клапан ЗК3. Залежно від положення золотника (крайнє ліве або праве положення) у розподільнику Р1 потрапляє відразу у штокову порожнину гідроциліндрів ГЦ1 та ГЦ2, або у розподільник Р1, а з

нього у дільник потоку ДП, який ділить потік рідини однаково, направляючи у поршневі порожнини гідроциліндрів ГЦ1 та ГЦ2. Якщо циліндри працюють на виштовхування, то рідина із штокової порожнини зливається у бак напряму через розподільник Р2. Якщо циліндри втягуються, то робоча рідина потрапляє через зворотні клапани ЗК1 та ЗК2 у розподільник Р1, звідти у розподільник Р2, а потім вже в бак.

Робота даної системи полягає в наступному, кінці гідроциліндрів з'єднані із робочим снарядом, який дає навантаження, що є противагою виштовхуванню ГЦ1 та ГЦ2. Для цього у лініях між дільником потоку ДП та циліндрами ГЦ1 і ГЦ2 установлені переливні клапани КП1 та КП2. Клапани можна налагодити на будь-який тиск, при досягненні якого вони будуть пропускати частину рідини у бак.

Система створює тиск, який передається на штангу, імітуючи навантаження, яке зазвичай являють собою металеві диски. Спортсмен долає це навантаження, вижимаючи штангу догори, при чому гідроциліндри працюють на виштовхування, рідина зливається через переливні клапани у бак. Коли спортсмен зменшує протидію, то навантаження циліндрів стає більшим, ніж протидія спортсмена і штанга плавно опускається униз, під час чого зайва рідина, яка утворюється завдяки зміні тиску у порожнинах ГЦ зливається у бак через ПК.

Сфера застосування даної системи може мати досить широке застосування. У даній роботі вона застосована для модернізації тренажеру, для заняття спортом

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Початок роботи на практиці буде наступним (див.рис.2.2). На спеціальній підставці 2 встановлена рама 1 із циліндрами 4 по обидві сторони, що прикріплені до грифа 5, якій рухається по напрямним опорам 3 в потрібному діапазоні, де максимальне видовження циліндрів задається положенням слідкуючого датчика 6, вмонтованого у напрямні опори 3. За робоче навантаження та положення висоти датчика 6 відповідає комп'ютер 7. Всі необхідні дані виводяться на екран 8.

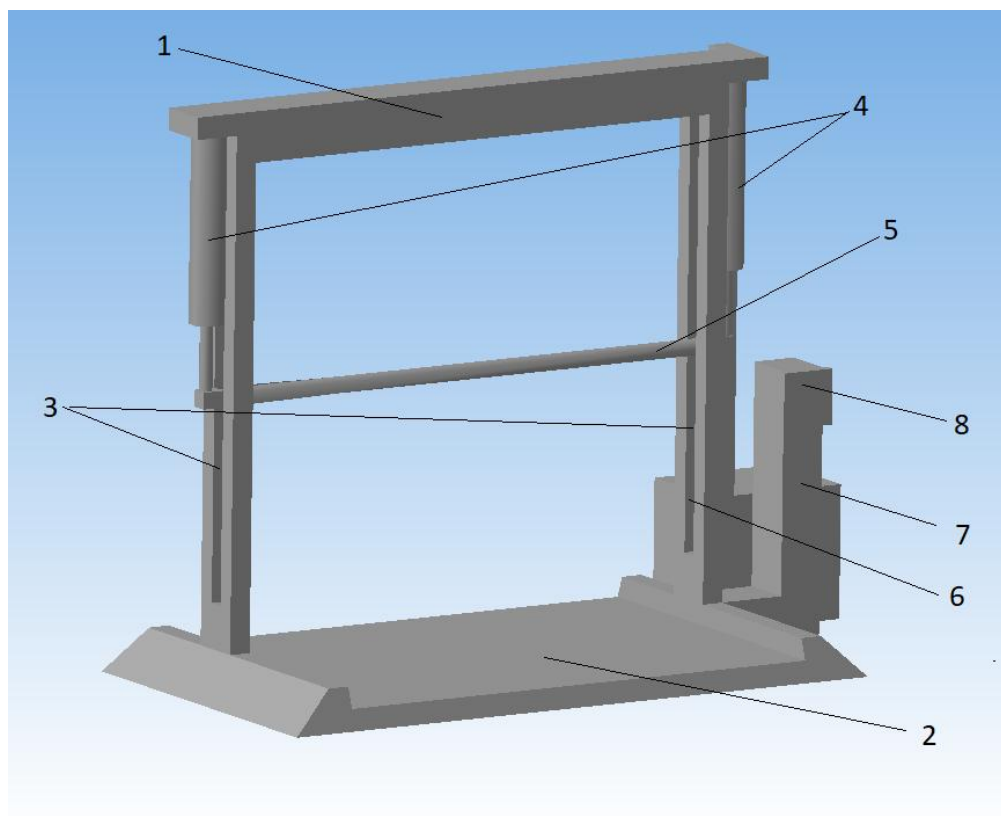


Рис.2.2 Модель створюваного тренажеру:

1 – рама, 2 – підставка, 3 – направляючі опори, 4 –гідроциліндри, 5 – гриф, 6 – слідкуючий датчик, 7 – комп'ютер, 8 – монітор

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ

3.1. Вхідні дані до проєкту

- Корисне зусилля $P = 1,47$ кН (150 кг);
- робочий тиск $p = 1$ МПа;
- швидкість середня $= 4,2$ м/хв;
- швидкість максимальна $= 6$ м/хв.;
- довжина ходу штока $1,5$ м;
- довжина трубопроводу на нагнітанні $6,5$ м;
- довжина трубопроводу на зливів 6 м.
- довжина трубопроводу всмоктуванні $0,5$ м.

3.2. Визначення розмірів гідроциліндра

3.2.1. Визначення розмірів поршня і штока

Залежно від значення напрямку навантаження на шток визначаємо внутрішній діаметр гідроциліндра [13].

Представимо рівняння сил рівноваги, що діють на поршень у вигляді [13]:

$$p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - P' = 0,$$

де p_1 – тиск в порожнині циліндра, що сполучена із лінією напору;

p_2 – тиск в порожнині циліндра, що сполучена із лінією зливу;

F_1 – площа поршня штокової порожнини;

F_2 – площа поршня поршневої порожнини;

P' – навантаження на шток.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

З урахуванням механічного ККД гідроциліндра:

$$P' = \frac{P}{\eta_M}.$$

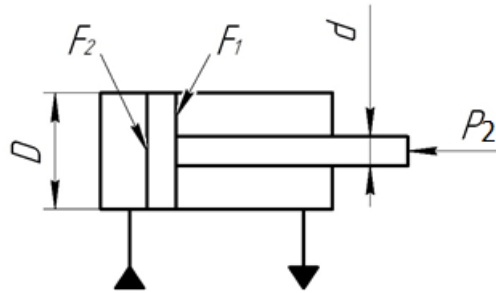


Рис.3.1 Розрахункова схема

Для гідроциліндрів із однобічним штоком [13]:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2 / \psi) \eta_M}}$$

Протидія p_2 визначається гідравлічними втратами, вони дорівнюють сумі втрат на лінійних і місцевих опорах гідроапаратів та трубопроводів, встановлених на зливальній гідролінії. Попередньо приймемо: $p_2 = 0.3 \text{ МПа} = 0.3 \times 10^6 \text{ Па}$,

Після гідравлічного розрахунку це значення уточнимо.

Коефіцієнт відношення площ із нормальним діаметром штока $\Psi = 1.6$ [13].

З ущільненням гумовими і металевими кільцями механічний ККД гідроциліндра [13]: $\eta_M = 0.95 \div 0.97$. Приймемо $\eta_M = 0.96$.

$$P' = \frac{P}{0.96} = \frac{1.47}{0.96} = 1.53 \text{ кН},$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.53 \cdot 10^3}{3.14 \cdot (1 - 0.3/1.6) \cdot 10^6 \cdot 0.96}} = 50 \text{ (мм)}.$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Розрахунковий діаметр гідроциліндра і штока округляємо до найближчого по ДСТУ 3455.1-96. Вибираємо $D = 50$ мм [13].

Діаметр штока d визначають із співвідношення:

$$d = 0.05 \sqrt{1 - \frac{1}{1.6}} = 30(\text{мм})$$

Вибираємо згідно з ДСТУ 3455.1-96 діаметр штока $d=30$ мм [13];

3.2.2. Визначення діаметру підводящих отворів

Діаметр підводящих отворів (мм) визначаємо за наступною формулою:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_p}};$$

де Q - витрата рідини через прохідний отвір, $\text{м}^3/\text{с}$;

v_p - середня швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q = F \cdot V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V_{\max} = \left(\pi \cdot \frac{0,05^2}{4} \right) 0.1 = 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Середню швидкість руху рідини приймаємо рівною 1 $\text{м}/\text{с}$; за ДСТУ 3667-97 [13]:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0002}{\pi \cdot 5}} = 0.007 \text{ м} = 7 \text{ мм}$$

Отримане значення округляємо за ДСТУ 3667-97 [13]:

$d_n = 8$ мм - діаметр підводящих отворів.

						Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3. Визначення витрат і тисків в гідродвигунах

3.3.1. Визначення витрат

Після знаходження конструктивних розмірів гідродвигунів за заданими швидкостями знаходимо витрати.

Для гідроциліндра споживана витрата при роботі штока на виштовхування:

$$Q_{ci} = F_{li} V_{li} ;$$

при роботі штока на втягування:

$$Q_{ui} = F_{2i} V_{2i} ,$$

де F_{li} і F_{2i} - площі поршня поршневої і штокової порожнини гідроциліндра; V_{li} і V_{2i} - швидкості руху поршня [13].

Площі поршня і штока знаходять за округленими до стандартних значень діаметрів [13]:

$$F_{li} = \frac{\pi D_i^2}{4} ; \quad F_{2i} = \frac{\pi (D_i^2 - d_i^2)}{4} .$$

Об'ємними втратами в гідроциліндрах можна зневажити, $\eta_o = 1$.

Витрата, споживана гідродвигуном:

$$Q_{mi} = \frac{q_i n_i}{\eta_{oi}} ,$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

де q_i - значення робочого обсягу гідродвигуна; n_i - частота обертання вала у гідродвигуні; η_{oi} - об'ємний ККД гідродвигуна [13].

Параметри циліндрів приймаємо такими:

циліндр Ц1: діаметр поршня $D_1=0,05\text{м}$ і штока $d_1=0,03\text{ м}$, довжина ходу $l_1=1,5\text{ м}$;

При виштовхуванні поршня:

$$l = 1,5\text{ м}, \quad V = 4,2\text{ м/хв} (0,07\text{ м/с});$$

При втягуванні поршня:

$$l = 1,5\text{ м}, \quad V = 4,2\text{ м/хв} (0,07\text{ м/с});$$

циліндр Ц2: аналогічно

Визначимо робочі площі гідроциліндра Ц1:

$$F_{1.1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

$$F_{1.2} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0.05^2 - 0.03^2)}{4} = 1.25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Визначимо робочі площі гідроциліндра Ц2: аналогічно

Час t_i можна визначити за формулою:

$$t_i = l_i / V_i,$$

де l - довжина ходу гідропривода для даного такту; V_i - швидкість переміщення поршня.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Визначаємо витрати Q_c споживані гідродвигунами при виштовхуванні та при втягуванні [13].

Працюють обидва циліндри на виштовхування

Швидкість:

$$V_d = \frac{l_d}{t_d} = \frac{1,5}{21,43} = 0,07 \text{ м/с.}$$

Витрата:

$$Q_d = F_d \cdot V_d = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,07 = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Час:

$$t_1 = 21,43 \text{ с.}$$

Працюють обидва циліндри на втягування при спрацюванні датчика

Швидкість:

$$V_d = \frac{l_d}{t_d} = \frac{1,5}{21,43} = 0,07 \text{ м/с.}$$

Витрата:

$$Q_d = F_d \cdot V_d = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,07 = 0,0875 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Час:

$$t_1 = 21,43 \text{ с.}$$

3.3.2. Визначення тисків

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Перепад тисків у порожнинах гідродвигунів $\Delta P_{ц}$ визначається тиском у зливній порожнині і навантаженням, що діє на шток [13]:

$$\Delta p_{ц} = p - p_{зл.}$$

Тиск в робочій порожнині при виштовхуванні штока:

$$p = \frac{P_H}{F \cdot \eta_M} + \frac{p_{зл.}}{\Psi};$$

при втягуванні:

$$p = \left(\frac{P_H}{F \cdot \eta_M} + p_{зл.} \right) \Psi,$$

де P_H - корисне навантаження; $F = \frac{\pi D^2}{4}$ - площа поршня; $p_{зл.}$ - тиск в зливній порожнині; η_M - механічний ККД, $\eta_M = 0.93 - 0.97$; $\Psi_M = \frac{D^2}{D^2 - d^2} = 1.56$, D і d - діаметр поршня і штока [13].

Під час холостого ходу корисне навантаження на шток визначається механічними втратами [13]:

$$P'_H = P_H (1 - \eta_M)$$

Циліндри працюють на виштовхування:

$$p = \frac{P_H}{F \cdot \eta_M} + \frac{p_{зл.}}{\psi} = \frac{1.47 \cdot 10^3}{1.96 \cdot 10^{-3} \cdot 0.95} + \frac{0.3 \cdot 10^6}{1.56} = 0,98 \text{ МПа}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Циліндри працюють на втягування:

$$p = \left(\frac{P_H(1 - \eta_m)}{F \cdot \eta_m} + p_{зл.} \right) \psi = \left(\frac{1.47 \cdot 10^3 \cdot (1 - 0.95)}{1.25 \cdot 10^{-3} \cdot 0.95} + 0.3 \cdot 10^6 \right) = 0.56 \text{ МПа}$$

Отримані значення записуємо в табл.3.1

Таблиця 3.1

Значення витрат, тисків та часу роботи

	Виштовхування ГЦ	Втягування ГЦ
Витрата Q, м ³ /с	0.2 · 10 ⁻³	0.0875 · 10 ⁻³
Тиск P _i , МПа	0,98	0.56
Час t, с	21.43 с	21.43 с

3.4. Вибір робочої рідини, насоса та всіх гідроапаратів

3.4.1 Вибір насоса

Знаходимо об'єм рідини, споживаний гідросистемою за час циклу двох ГЦ:

$$V_{ц.с.} = Q_1 \cdot t_1 \cdot 2 + Q_2 \cdot t_2 \cdot 2 = 12 \text{ л.}$$

Встановлюємо бак об'ємом 20 л.

Оптимальний режим роботи той, при якому подача насоса буде дорівнювати середньому значенню витрати, споживаної приводом за 1 цикл:

$$Q_H = Q_{ср} = \frac{k_3 \cdot V_{ц.с.}}{t_{ц.с.}} = \frac{12 \cdot 1.15}{42.86} = 0.322 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 19.32 \frac{\text{л}}{\text{хв}},$$

де k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3 = 1,1 \dots 1,15$.

Обираємо насос Bosch Rexroth: XOP1302ABBA правого обертання:

1. робочий об'єм: $2,3 \text{ см}^3/\text{об}$;
2. номінальна подача: 20 л/хв ;
3. тиск на виході: макс 22 МПа ;
4. тиск на виході: робочий $0,7 \text{ МПа}$;

3.4.2 Вибір гідроапаратури

Розподільник DHI – 0 71 3/E-SE XK 24DC:

Витрата: $Q_{\max} = 60 \text{ л/хв}$;

Тиск: $P_{\max} = 35 \text{ МПа}$.

Розподільник DLO K – 2 C/DLOH-2C - 00:

Витрата: $Q_{\max} = 30 \text{ л/хв}$;

Тиск: $P_{\max} = 35 \text{ МПа}$.

Клапан обернений ADR – 15/2:

Витрата: $Q_{\max} = 150 \text{ л/хв}$;

Тиск: $P_{\text{тиск спрацювання}} = 0,2 \text{ МПа}$.

Дільник потоку FDC G3/8-G1:

Витрата: $Q_{\max} = 150 \text{ л/хв}$;

Тиск: $P_{\max} = 21 \text{ МПа}$.

Переливний клапан ARE -06/15VF

Витрата: $Q_{\max} = 75 \text{ л/хв}$;

Тиск: $P_{\max} = 15 \text{ МПа}$.

						Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Насосна станція НС-Х-У-РО/РД-220(380) під заказ.

Витрата: $Q_{max} = 25$ л/хв;

Тиск: $P_{max} = 30$ МПа.

3.4.3. Вибір робочої рідини

Завдяки робочої рідини гідравлічна система буде приводитись у дію. Одними із її функцій є змазування поверхонь, що труться, охолодження системи в цілому, охорона від корозії та видалення продуктів зношування. із системи після виконання роботи.

До робочих рідин існує дуже багато вимог, тому досить складно підібрати таку, що буде задовольняти всі. Для роботи даного тренажеру найбільш підходящою рідиною є мінеральне масло

Вибираю масло НФА-32 з наступними характеристиками:

щільність: $\nu = 32,6$ мм²/с;

густина: $\rho = 870$ кг/м³;

температура спалаху: $T_{сп} = 222^{\circ}\text{C}$;

температура застигання: $T_{заст} = - 28^{\circ}\text{C}$.

Дане масло використовують у гідросистемах з робочою температурою масла не більше 60°C та при невеликих навантаженнях.

3.5. Гідравлічний розрахунок

3.5.1. Вибір розмірів трубопроводів

Ділянка являє собою трубопровід з установленими на ньому місцевими опорами (трійники, коліна і тд.) і гідроапаратами [13]:

$$d_m = \sqrt{\frac{4Q_T}{\pi \cdot V_{cp}}},$$

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де Q_T - витрата рідини на ділянці що розраховується,

V_{cp} - середня швидкість рідини.

Середню швидкість рідини вибираємо в залежності від трубопроводу

[13]:

1. для всмоктувальних $V=0,5 \dots 1,5$ м/ с;
2. для зливальних $V= 1,4 \dots 2,2$ м/ с;
3. для напірних $V= 3 \dots 6$ м/ с.

Визначаємо діаметри трубопроводів:

внутрішній діаметр всмоктувальної ділянки:

$$d_{T_{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,2}} = 14.5 \text{ мм.}$$

Згідно з ДСТУ 3667-97 приймаємо: $d_{T_{вс}} = 16$ мм [13].

внутрішній діаметр напірної ділянки:

$$d_{T_{нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 5}} = 7 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТУ 3667-97 приймаємо: $d_{T_{нап}} = 8$ мм [13].

внутрішній діаметр зливної ділянки:

$$d_{T_{зл}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 2}} = 11,27 \text{ мм.}$$

Згідно з ДСТУ 3667-97 приймаємо: $d_{T_{зл}} = 16$ мм [13].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3.5.2 Знаходження дійсних швидкостей у трубопроводі

За знайденим діаметром визначаємо дійсну швидкість руху рідини в трубопроводі [13]:

на всмоктувальній ділянці:

$$V_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.016^2} = 0.995 \text{ м/с};$$

на напірній ділянці:

$$V_{\text{нап}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.008^2} = 3.98 \text{ м/с};$$

на зливній ділянці:

$$V_{\text{зл}} = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0.016^2} = 0.995 \text{ м/с};$$

3.5.3. Визначення втрат тиску на гідравлічне тертя

Гідравлічні втрати в гідролініях складаються із втрат у місцевих опорах Δp_M , втрат на гідравлічне тертя Δp_T , і втрат у гідроапаратах Δp_o [13].

Втрати тиску на тертя:

$$\Delta p_T = \frac{(0,5 \lambda l \rho V^2)}{d_T},$$

де λ - коефіцієнт тертя; l - довжина ділянки; ρ - щільність; V - середня швидкість рідини, d_T - діаметр труби або шланга.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму протікання рідини та визначається за числом Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини.

При ламінарному русі рідини ($Re < 2320$).

Враховуючи можливість звуження та викривлення перерізу труби при практичних розрахунках приймають [13]:

$$\lambda = 75 / Re.$$

При турбулентному русі (де $Re \geq 2320$) коефіцієнт тертя λ залежить від числа Рейнольдса, і від відносної шорсткості стінок труби. Сталеві труби мають шорсткість $\Delta = 0,03$ мм, саме такі ми будемо використовувати [13].

Всмоктувальна лінія ($l=0,5$ м).

Коефіцієнт Рейнольдса:

$$Re = 0.995 \cdot \frac{0.016}{32,6 \cdot 10^{-6}} = 488.34 < 2320 - \text{ламíнарний режим.}$$

Коефіцієнт Дарсі:

$$\lambda = \frac{75}{488.34} = 0.15.$$

Втрати на гідравлічне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0.15 \cdot 0.5 \cdot 870 \cdot 0.995^2}{0,016} = 2018.7 \text{ Па.}$$

Напірна лінія ($l=6,5$ м).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Коефіцієнт Рейнольда:

$$Re = 3.98 \cdot \frac{0.008}{32,6 \cdot 10^{-6}} = 976.7 < 2320 - \text{ламiнарний режим.}$$

Коефіцієнт Дарсі:

$$\lambda = \frac{75}{976.7} = 0.077.$$

Втрати на гiдравлiчне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,077 \cdot 6,5 \cdot 870 \cdot 3.98^2}{0,008} = 431091 \text{ Па.}$$

Зливна лiнiя (l=6м).

Коефіцієнт Рейнольда:

$$Re = 0.995 \cdot \frac{0.016}{32,6 \cdot 10^{-6}} = 488.34 < 2320 - \text{ламiнарний режим.}$$

Коефіцієнт Дарсі:

$$\lambda = \frac{75}{488.34} = 0.15.$$

Втрати на гiдравлiчне тертя:

$$\Delta p_T = \frac{0,5 \cdot 0,15 \cdot 6 \cdot 870 \cdot 0.995^2}{0,016} = 24224.7 \text{ Па.}$$

Сумарні втрати на гiдравлiчне тертя:

$$\Sigma \Delta p_T = 460680 \text{ Па} = 0,46 \text{ МПа.}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Всі данні вносимо до таблиці 2.

Табл.3.2

Всі значення розрахунків для різних ділянок

Ділянка	L, м	d, мм	Q, м ³ /с	V, м/с	Re	λ	Δp_T , Па
вс	0.5	16	$0.2 \cdot 10^{-3}$	0.995	488.34	0.15	2018.7
нап	6.5	8	$0.2 \cdot 10^{-3}$	3.98	976.7	0.077	431091
зл	6	16	$0.2 \cdot 10^{-3}$	0.995	488.34	0.15	24224.7

3.5.4. Визначення втрат у місцевих опорах

При $Re > 10^5$ коефіцієнт тертя практично не залежить від Re і можна прийняти $\lambda = 0,02$. Втрати на місцевих опорах визначимо по формулі [13]:

$$\Delta p_M = 0,5 \rho \xi V^2;$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

Напірна лінія:

Трійник:

$$\Delta p_M = 2.5 \cdot 870 \cdot 2.25 \cdot 3.98^2 = 77.52 \text{ кПа.}$$

Обернений клапан:

$$p_M = 0.5 \cdot 870 \cdot 2.25 \cdot 3.98^2 = 15.5 \text{ кПа.}$$

Раптове розширення:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\Delta p_m = 1 \cdot 870 \cdot 0.85 \cdot 3.98^2 = 11.7 \text{ кПа.}$$

Зливна лінія:

Трійник:

$$\Delta p_m = 0.5 \cdot 870 \cdot 2.25 \cdot 0.995^2 = 0.97 \text{ кПа.}$$

Раптове звуження:

$$\Delta p_m = 1 \cdot 870 \cdot 0.6 \cdot 0.995^2 = 0.517 \text{ кПа.}$$

Обернений клапан:

$$\Delta p_m = 0.5 \cdot 870 \cdot 2.25 \cdot 0.995^2 = 0.97 \text{ кПа.}$$

Сумарні втрати на у місцевих опорах:

$$\Sigma \Delta p_m = 107.2 \text{ кПа}$$

3.5.5. Визначення втрат у гідроапаратах

Втрати у гідравлічних апаратах, установлених на ділянці, що розглядається, беремо з каталогів і довідників про гідроапаратуру, вибираємо для максимальної витрати. Якщо витрата буде менше максимальної, то табличні значення втрат перерахуємо за формулою 13]:

$$\Delta p_{ГА} = \Delta p_M \left(\frac{Q_d}{Q_H} \right)^2 ,$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

де $p_{га}$ - втрати тиску на гідроапаратах при відповідній дійсності значення витрати Q_d ; Δp_M - втрати тиску, взяті по каталозі при максимальному значенні витрати Q_n .

Втрати на розподільнику 2: $\Delta p_{GA}=0.036$ МПа.

Втрати на розподільнику 1: $\Delta p_{GA}=0.062$ МПа.

Втрати на оберненому клапані: $\Delta p_{GA}=0.004$ МПа.

Втрати на дільнику потоку: $\Delta p_{GA}=0.0066$ МПа.

Втрати на переливному клапані: $\Delta p_{GA}=0.023$ МПа.

Сумарні втрати на гідравлічних апаратах: $\Sigma \Delta p_{GA}=0.1316$ МПа.

Додаємо всі втрати по тиску до робочого та отримуємо значення на яке потрібно налаштувати насос. При послідовному з'єднанні загальні втрати тиску являють собою суму втрат тиску на всіх ділянках [3]:

$$\Sigma \Delta p = (\Sigma \Delta p_T + \Sigma \Delta p_M + \Sigma \Delta p_{GA}) + 1 \text{ МПа} = 1.7 \text{ МПа}$$

3.5.6. Розрахунок товщини стінки

Матеріалом гільзи обираємо Ст 10Х17Н13М2 ДСТУ 2651-2005 . $[\sigma_B] = 529$ МПа

Для розрахунку товщини стінки використовуємо третю та четверту теорію міцності для деталей з в'язких матеріалів:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$S = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{\text{дон}}}{\sigma_{\text{дон}} - 1,73 \cdot p}} - 1 \right).$$

де $D = 50$ мм – внутрішній діаметр гільзи циліндра;

$\sigma_{\text{дон}} = \frac{\sigma_{\text{т}}}{n} = \frac{235}{3} = 78.3$ МПа - напруга, що допускається;

$n = 3$ – коефіцієнт запасу міцності,

$$S = \frac{50}{2} \left(\sqrt{\frac{78.3}{113.3 - 1,73 \cdot 1.7}} - 1 \right) = 4.8 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $S=6$ мм.

3.6. Висновок згідно розрахунків:

При проведенні розрахунків були знайдені габаритні розміри штока та поршня ГЦ, перепади тисків у порожнинах, робоча рідина, та швидкість потоку рідини у трубопроводі, діаметри трубопроводів, час руху штока, витрата та був здійснений підбір ГА. Таким чином, робимо висновок, що при заданих умовах та при даній апаратурі, система буде виконувати поставлені задачі.

					Лист 48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

4.1. Опис деталі

Робоча деталь представляє собою циліндр діаметром $\varnothing 62$ мм, і довжиною 1600 мм, в якому зроблений осьовий отвір $\varnothing 50$ мм наскрізь.. На тEXкількості 16 штук, під штіфти для кріплення кришок.

На кресленні деталі присутня достатня кількість розмірів, що забезпечує повне розуміння процесу виробництва деталі.

Розмір деталі: зовнішній діаметр $\varnothing 62$ мм, внутрішній $\varnothing 50$ довжина 1600 мм. Незазначені граничні відхилення розмірів H14, h14, \pm IT14/2.

Розміри представлені на рис.4.1.

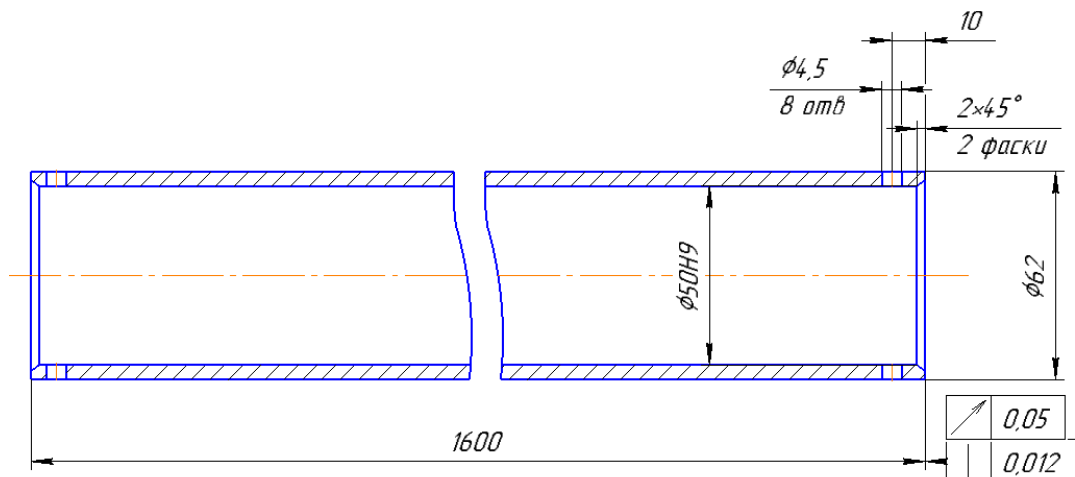


Рис.4.1. Креслення деталі із потрібними розмірами

4.2. Обґрунтування вибору виготовлення заготовки та розроблення її креслення.

4.2.1. Вибір методу виготовлення заготовки

Вихідні дані про заготовку: габаритні розміри циліндричної заготовки заготовки: $\varnothing 62 \times 1610$ мм, із внутрішнім діаметром 50 мм.

Матеріал деталі – Сталь 10X17H13M2 ДСТУ 2651-2005.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

До деталі пред'являються вимоги по забезпеченню точності та шорсткості робочих поверхонь.

4.2.2. Характеристики фізико-механічних властивостей матеріалу деталі

Характеризуючи хімічні та фізико-хімічні властивості матеріалу, необхідно навести його склад, указати числові значення відповідних параметрів. Деталь "Гільза" виготовляється з Сталь 10X17H13M2 ДСТУ 2651-2005.

Хімічний склад, Ст 10X17H13M2 ДСТУ 2651-2005: хром –13%.

Фізико-механічні властивості сталі 10: тимчасовий опір при розтягуванні $\sigma_B = 529$ МПа; густина $\gamma = 7950$ кг/м³.

4.3. Розробка технологічного процесу

Конструкцією деталі є циліндрична поверхня з фасками по обидва кінці, з наскрізними отворами.

Відповідно до цього, практичною частиною виробництва у сфері машинобудування існує виробничий досвід технологічних послідовностей економічного оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів. Типові технологічні послідовності оброблення поверхонь є типовими рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати та уточнювати при технологічному проектуванні (див.рис.4.2).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

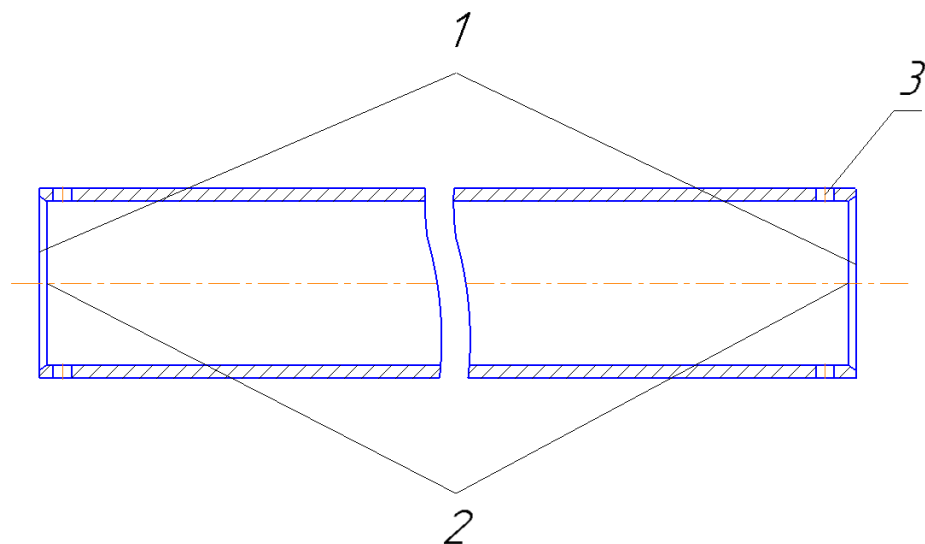


Рис 4.2. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами
Один з методів обробки поверхні даної деталі показаний у табл.4.1.

Таблиця 4.1

Послідовність обробки поверхні

Поверхні За кресленням	IT _i	Ra	Послідовність обробки поверхні	IT _i	Ra
1	14	6.3	Точіння торця	14	3.2
2	12	6.3	Фаски	12	3.2
3	14	6.3	Свердлення	14	3.2

4.4. Проектування маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі "Гільза гідроциліндра"

Один з раціональних варіантів маршрутного технологічного процесу:

1. Точіння торця на верстаті ЧПУ

Обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2Т
(див.рис.4.3).



Рис 4.3 Верстат горизонтально фрезерний

Система оснастки: оснастка універсальна.

Різальний інструмент: різець відрізний T15K5 (див.рис.4.4).



Рис.4.4 Різець відрізний

Послідовність: Установити, закріпити, зняти, перевернути.

1.1. Підрізати торці 1 і 2 (рис.4.5) витримуючи розмір 3.

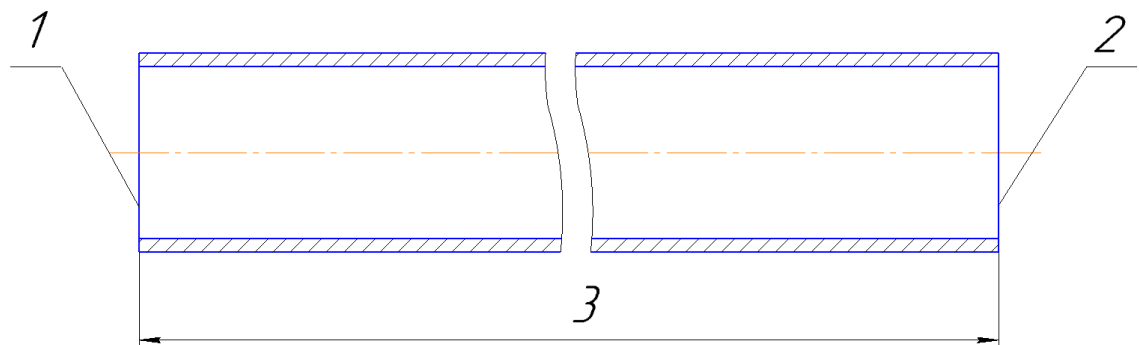


Рис 4.5. Креслення заготовки з необхідними розмірами

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

2. Токарна з ЧПУ

Вид обладнання: верстат горизонтально фрезерний з ЧПУ 6904ВМФ2Т
(див.рис.4.3).

Система оснастки: оснастка універсальна.

Інструменти: різець підрізний Т15К7 (див.рис.4.5).



Рис.4.5 Різець підрізний

Послідовність: Установити, закріпити, зняти, перевернути.

2.1. Розточити фаски 1 витримуючи розміри 2 (див.рис.4.6).

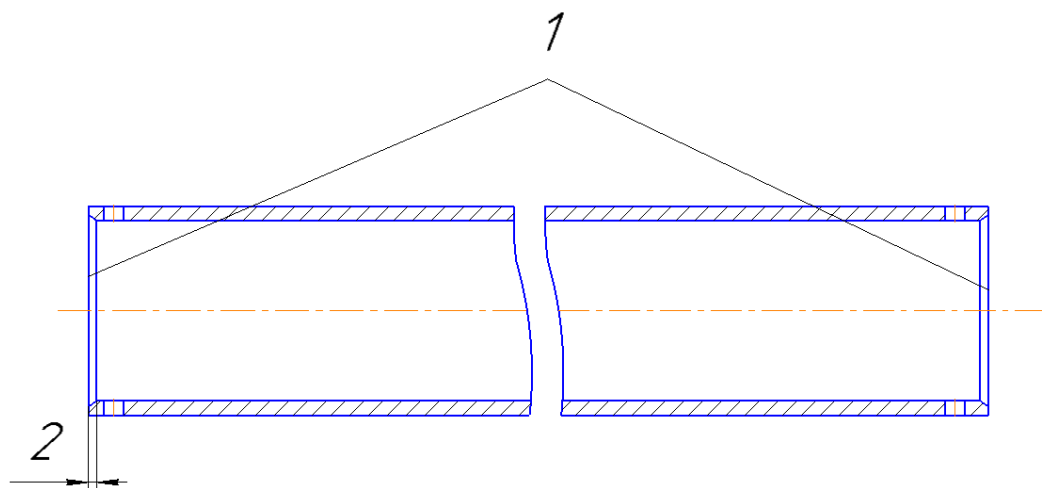


Рис.4.6. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

3. Свердлильна

Вид обладнання: вертикально-свердлильний моделі 2Р135Ф2-1
(див.рис.4.7).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

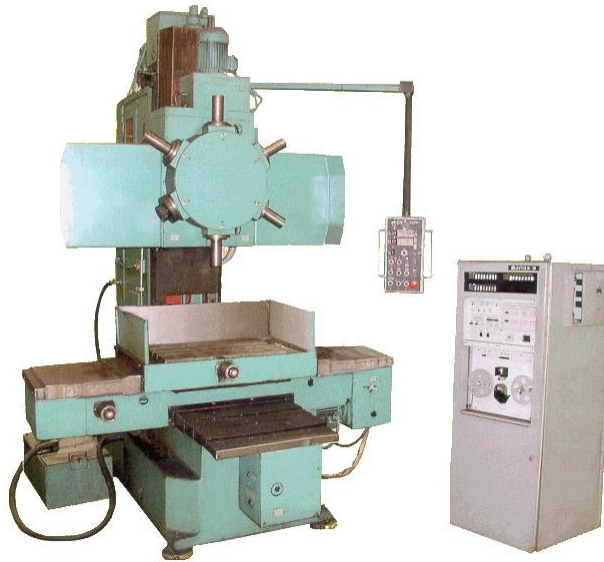


Рис.4.7 Верстат вертикально-свердильний

Система оснастки: оснастка універсальна.

Інструмент: свердло спіральне HSS PoinTEQ 2 607 457 173 (див.рис.4.8).



Рис.4.8 Сверло спіральне

Послідовність: Установити, закріпити, зняти, перевернути.

3.1. Свердлити отвори витримуючи розміри 1, 2 (див.4.9).

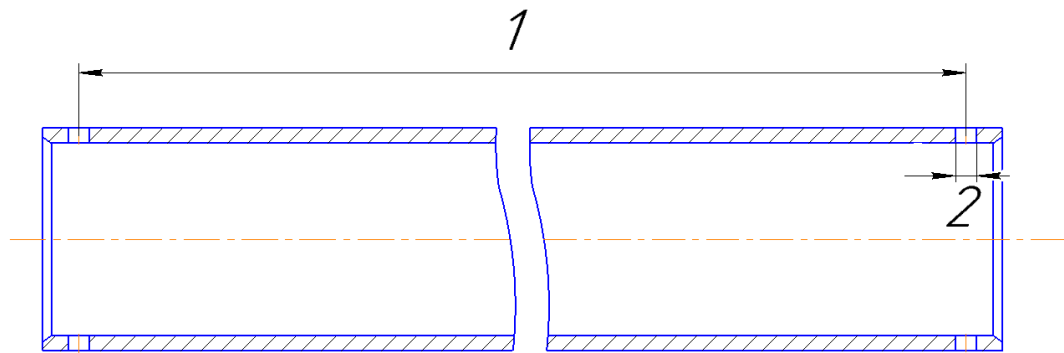


Рис.4.9. Креслення оброблюваної деталі з необхідними розмірами

Всі процеси заносимо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

Процеси обробки			
Операція	Глибина різання (мм)	Подача	Частота обертання об/хв
1.1 Точіння торців	5	200мм/хв	1500
2.1 Точіння фасок	2х45°	500мм ххв	1500
3.1 Свердління	7	80мм хв	400

4.5. Розрахунок ціни виготовлення деталі.

Ціни інструментів заносимо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3.

Використані інструменти			
Інструмент	Назва	Інд. номер	Ціна, грн.
Різці	T15K5	2130-0014	475
	T15K7	2130-0216	620
Свердло	HSS PoinTEQ 10	2 607 457 173	310

Оренда станків для виготовлення деталі – 500 грн.

Загальна вартість виготовлення однієї деталі - 1905 грн.

Висновок згідно виготовлення деталі:

Під час виконання роботи даної частини дипломної роботи були отримані знання у сфері технології машинобудування. Зроблений опис всіх необхідних операцій під час обробки деталі. Був проведений розрахунок всіх необхідних

параметрів для виготовлення потрібної деталі та підібрана апаратура і всі необхідні інструменти.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Основні чинники при роботі на тренажері

Темою дипломної роботи є – «Розробка тренажера з гідравлічною системою імітації навантажень». В роботі розглянута модернізація тренажеру для занять спортом методом заміни навантаження металевими дисками гідравлічним тиском. Розташування даного пристрою після створення буде у тренажерному залі. Основними небезпечними чинниками є [14]:

1. пожежна безпека;
2. ураженням електричним струмом;
3. недостатнє освітлення;
4. параметри мікроклімату.

Основною задачею охорони праці є запобігання дій на людей можливих шкідливих та небезпечних факторів під час проведення робіт різного роду, створення потрібних безпечних технологій робочого процесу, тобто зведення до мінімальної ймовірності захворювання людини, отримання травми або враження певного роду з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності виконання роботи [14].

5.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека – це такий стан об'єкта, при якому можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її факторів виключається, а також забезпечується захист матеріальних цінностей [14].

Згідно причинам та об'єктам гасіння пожежі, для місця розташування, що проектується буде застосовуватись ручний вуглекислотний вогнегасник ОУ-5 (застосовується для гасіння пожежі, під час загорання різних матеріалів, речовин або електричних установок під напругою. В деяких випадках для гасіння пожежі застосовують волок та пісок. Принцип дії вогнегасника ОУ-5 полягає в наступному: відбувається викидання субстанції вуглекислоти, що

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

робить на поверхні палаючого об'єкта вуглекислотну плівку, це блокує джерело пожежі від проникнення кисню.

Дільниця, на якій буде знаходитися даний тренажер не є вибухонебезпечною. Згідно з класифікацією приміщень і установок за ПУЕ тип виконання електрообладнання – захищене від потрапляння бризків відповідності за класом приміщення та прямого контакту з людьми [14].

Таблиця 4.1.

Параметри межі стійкості та граничного розповсюдження

Будівельні конструкції	Мінімальна межа стійкості, ч	Мінімальна граничне розповсюдження, см
Несучі стіни	2.5	0.5
Колони	2.5	0.5
Сходові площадки	1	0.5
Ферми та балки	0.5	0.5

Для приміщень категорії „Д” степені вогнестійкості будівлі та відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу (при густині людського потоку 1 люд/м²) не обмежується. Ширина дверей евакуаційного виходу із приміщення залежить від загальної кількості людей на 1 м ширини входу, яка повинна бути не менше 0,8 м. Дана будівля четвертої степені вогнестійкості. Згідно цього, найбільш допустима площа поверху будівлі між протипожежним склом повинна бути рівна 26 м²; найбільша відстань, що допускається від робочого місця до найближчого евакуаційного виходу дорівнює 100 м [14]

Ті матеріали та речовини, які застосовуються в розробленому технологічному процесі з точки зору пожежної безпеки є пожежонебезпечними, через робочу рідину, яка знаходиться у гідросистемі. Тому біля даного тренажеру обов'язково повинен розташовуватися вогнегасник. Крім того,

можливі мінімальні витоки рідини назовні, для цього потрібне спеціальне покриття біля тренажеру, що буде вбирати витоки масла у себе [14].

5.3. Електробезпека

Електробезпека – це система певних технічних та організаційних засобів та заходів, які забезпечують захистом людей від впливу електричного струму [14].

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою отримання електричних травм поділяються на три категорії:

1. з підвищеною небезпекою;
2. без підвищеної небезпеки;
3. особливо небезпечні.

При короткочасному впливі (0,1 - 0,5 с) струм порядку 100 мА не буде викликати фібриляції серця. Але якщо збільшити тривалість впливу до 1 секунди, то це може призвести до смертельного результату. Зі зменшенням тривалості впливу електричного струму значення допустимих для людини збільшується в рази. Наприклад, при зміні часу впливу струму від 1 до 0,1 секунди струм зростає майже в 16 разів [14].

Для захисту від ураження електричним струмом у робочій зоні передбачені такі захисні заходи [14]:

1. ізолювання частини обладнання під напругою;
2. частини обладнання під напругою розмістити на недоступних висотах для людини;
3. виконання вимог техніки безпеки під час ремонту обладнання;
4. не допускати до ремонту не підготовлений персонал;
5. вивішувати попереджувальні таблички під час проведення ремонтних робіт.

Для мережі з напругою до 1000 В використовують заземлення.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Заземлення - це спеціальне електричне з'єднання з додатковим захисним проводом металевих частин обладнання без дії на них струму, що можуть виявитись під напругою, при необхідності. Принцип дії полягає у тому, що відбувається перетворення замикання мережі на корпус електроустановки в однофазне коротке замикання (тобто замикання між фазою та нульовим робочим провідником) для раптового збільшення величини сили струму, що здатна призвести до спрацювання захисного пристрою (під час якого перегорають запобіжники або приводяться в дію автоматичні вимикачі) і відповідне автоматичне відімкнення пошкодженої системи від мережі живлення [14].

Крім заземлення обладнання для захисту від ураження електричним струмом розроблені наступні заходи:

1. безпечна робота електроустановок;
2. освітлювальна проводка відкрита;
3. силова проводка укладена в металевих трубах під підлогою;
4. забезпечення недоступності неізольованих частин під струмом, що досягається застосуванням стаціонарних огорож, розташуванням струмопостачальних частин на висоті, що є недосяжною для людини знаходиться і в неприступних місцях;
5. застосування малих напруг до 36 В;
6. контроль ізоляції більше 220 В;
7. покриття струмопровідних частин та відділення від інших частин спеціальним шаром діелектрика, який забезпечує протікання струму в необхідному напрямі.

5.4. Розрахунок освітлення приміщення де буде знаходиться тренажер

Значення світла без впливу на здоров'я людини під час роботи. Освітлення займає дуже важливу роль у житті людини, приблизно 85 - 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому використання освітлення у достатній кількості має важливе значення для правильного виконання всіх

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

видів робіт. Наявність світла є біологічним фактором розвитку людського організму, та умовою при роботі зорового аналізатора [14]:.

День і ніч визначають біологічний ритм. Тому недостатня освітленість або надмірна кількість світла змінюють рівень збудженості центральної нервової системи, відповідно активність усіх процесів життєдіяльності змінюється. Існує багато відомих випадків, коли через погане освітлення були травми, через що людина може загинути або стати інвалідом.

За походженням світло - видиме випромінювання електромагнітних хвиль. Виробниче освітлення може бути трьох видів залежно від джерела світла [14]:

1. штучне - здійснюється штучними джерелами світла, призначені для освітлення приміщень у темні години доби, або таких, що не мають природного освітлення.
2. природне - це пряме або відбите світло сонця, що освітлює приміщення через отвори (вікна, двері, і тд) в зовнішніх конструкціях.
3. сполучене - одночасне поєднання і природного, і штучного освітлення.

Зазвичай використовується сполучене освітлення.

Проведемо наступний розрахунок.

Вихідні дані:

1. висота освітлювального приміщення – 4,5 м;
2. площа, на яке потрапляє світло у приміщенні – 300 м²;
3. відношення довжини між висотою розташування та центрами освітлювачів, що діє на робочу поверхню (для люмінесцентних ламп) $L/H_p=1,4$;
4. коефіцієнт освітлюваності 1,1.

Відповідно для розрахунку рівномірного освітлення на горизонтальній робочій поверхні основним методом світлового потоку є відбивання від стелі та стін.

Потік світла при люмінесцентних лампах розраховується за наступною формулою [14]:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{N \cdot h},$$

де $E_n = 150$ лк – нормативна освітлюваність;

$S = 300 \text{ м}^2$ – площа приміщення, яка освітлюється;

$Z = 1,1$ – коефіцієнт освітлюваності для люмінесцентних ламп;

$K_z = 1,5$ – коефіцієнт запасу, що враховує запилення приміщення, що призводить до зменшення світлового потоку лампи в процесі експлуатації;

$N = 16$ кількість освітлювачів у приміщенні, яка приймається виходячи з крокового розташування ламп, площі приміщення та довжини між ними;

$\eta = 0,83$ – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, який залежить від:

1. ККД та кривої розподілення сили світла освітлювача;
2. коефіцієнта відбиття потоку від стелі $p_n = 70\%$;
3. коефіцієнта відбиття потоку від стін $p_c = 50\%$;
4. висоти знаходження освітлювачів та показника приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{H(A+B)},$$

де A і B – розміри приміщення: $A = 10$ м; $B = 30$ м, $H_p = 4,5$ м.

Тоді:

$$i = \frac{10 \cdot 30}{4.5(10 + 30)} = 2.07.$$

Тоді:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 150 \cdot 300 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{15 \cdot 83} = 5964 \text{ лм.}$$

Підрахувавши світловий потік лампи, підбираємо (5) найближчу стандартну лампу та визначаємо електричну потужність всієї освітлювальної системи (табл.4.2);

Характеристика люмінесцентних ламп

Таблиця 4.2

Назва лампи	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
Люмінесцентна газорозрядна лампа ЛД-80	6020	55,8

Допустиме відхилення потоку вибраної лампи від розрахованої складає від 10% до 20%, в іншому випадку застосовують інакшу кількість освітлювачів [14].

5.5. Захист від шуму

Шум – небажана, неприємна сукупність звуків, що заважає сприйняттю корисних звукових сигналів, основними характеристиками звукових коливань є амплітуда звукового частота (f , Гц) та тиск (p , Па). Звуковий тиск – різниця між середнім тиском у певному середовищі при відсутності звуку та миттєвим значенням повного тиску у цьому середовищі при наявності звуку. Поширення звукового поля – це перенос енергії, що може бути визначена інтенсивністю звуку J (Вт/м²). Інтенсивність звуку і звуковий тиск у вільному звуковому полі зв'язані між собою таким співвідношенням [14]:

$$J = p^2 / \rho \cdot C,$$

де J – інтенсивність звуку, Вт/м²;

ρ – густина середовища, кг/м³;

p – звуковий тиск, Па;

C – швидкість звукової хвилі у певному середовищі, м / с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

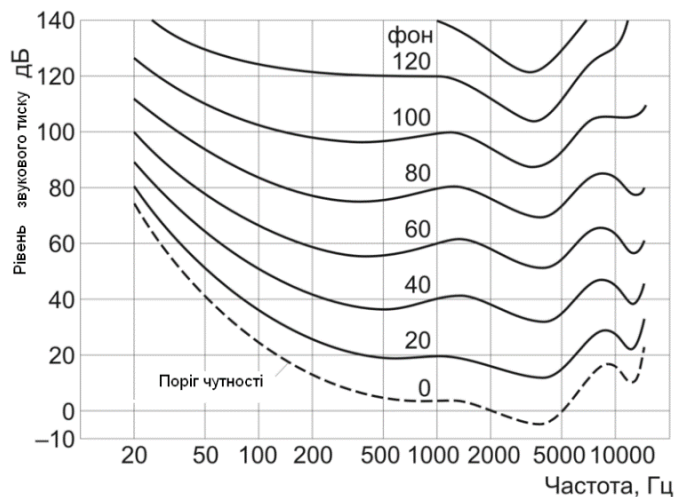


Рис.5.1. Залежність рівня гучності від звукового тиску й частоти у певному середовищі

Звукоізоляція від шуму різного роду у приміщенні забезпечується за допомогою будівельних матеріалів – бетону, цегли, залізобетону, фанери, скла, та деяких інших. У якості звукоізолюючих матеріалів, застосовують у конструкціях будівель плити зі скляного та мінерального волокна, гуму, м'які плити з деревних стружок, тощо [14].

У робочому приміщенні шумовий фон є допустимим, якщо він не впливає на виконання роботи. Навушники складаються з двох півсферичних пластмасових корпусів з спеціальними пристроями для звукопоглинання та з ультратонкого скловолокна та забезпечені ущільнювальними прокладками.

5.6. Мікроклімат

Для створення потрібних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції. Вентиляція приміщення досягається видаленням з них нагрітого та забрудненого повітря і подачею замість нього чистого зовнішнього [14].

Таблиця 4.3.

Параметри мікроклімату

Період року	Температура, °С			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Фактична
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	23 - 25	25	23	40 - 60	45
Теплий	20 - 23	23	20	40 - 60	45

Температура приміщення дорівнює в середньому 23 градуси С, при відносній вологості повітря 45 %.

Всі потрібні показники мікроклімату у приміщенні в холодний та теплий період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, відповідають вимогам згідно ДСТУ 3.3.6.042-99, тому мікроклімат приміщення є сприятливим для праці [14].

Висновки згідно охорони праці:

У даному розділі розглянуто умови та безпека праці в приміщення для розташування створюваного тренажеру. Під час розрахунку освітлення було з'ясовано, що природного освітлення в кімнаті недостатньо для нормальної роботи, тому було вибрано змішане освітлення, та підібрані 16 люмінесцентних ламп ЛД-90. Після аналізу пожежної безпеки у даному приміщенні дійшли висновку, що речовини та матеріали, які застосовуються для роботи даного тренажеру з точки зору пожежної безпеки є пожежонебезпечними, тому біля тренажеру потрібно розташувати окремий вогнезасник та спеціальне покриття, для вбирання витоків рідини із системи. Виконані всі умови електробезпеки.

ВИСНОВОК

Були розглянуті сучасні тренажери для занять спортом, та проведений аналіз їх функціональності, залежно від побажань спортсменів. Зроблений висновок, що тренажери потребують деякого покращення та модернізації. Після цього був розроблений тренажер, який майже повністю задовольнить потреби спортсменів. Проведені всі необхідні розрахунки та зроблений підбір гідроапаратури. Зроблено проектування та побудова принципової гідравлічної схеми під роботи людини на даному тренажері. Після Проведення всіх необхідних розрахунків та моделювання був зроблений висновок, що тренажер буде мати велику функціональність, досить легке регулювання навантаження, що не потребує затрат зайвих зусиль, та можливість тренування без людини, що буде страхувати. Також даний тренажер можна використовувати для базового розуміння техніки виконання жимів різного роду, або тренування людей із травмами, завдяки ізольованій роботі на конкретні м'язи по заданій траєкторії руху. Також у складі тренажеру присутня спеціальна слідкуюча система, яка відстежує знаходження рук спортсмена на снаряді, та спеціальний датчик, що, при потребі, змінює напрямок руху штоків гідроциліндрів у інший напрямок.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://nakachka.org.ua/yaki-buvayut-trenazhery/>
2. <https://works.doklad.ru/view/Gw1JvO0AvHQ.html>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D1%91%D1%80>
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%B0_\(%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D1%91%D1%80\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%B0_(%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D1%91%D1%80))
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D1%91%D1%80
6. <http://sportwiki.to/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D1%80>
7. http://sportwiki.to/%D0%93%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D1%80
8. <https://fit-baza.com/opisanie-silovyh-trenazherov/>
9. <http://sportwiki.to/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD>
10. http://sportwiki.to/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D1%80_%D0%A1%D0%BC%D0%B8%D1%82%D0%B0
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
12. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

13. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом
“ПРОЄКТУВАННЯ ОБ’ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ” для студентів з фаху
“ГІДРАВЛІЧНІ І ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ” , укладач В. К. Буслов – Київ,
НТУУ “КП” , 2008 – 80с.

14. http://nmt.org.ua/lib/oxr_truda.pdf

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68